FFT-FPGA

## 主要理论参考PDF文档。

其中FFT的代码对应FPGA\_FFT.pdf，主要用了状态机和XFFT的内核来实现16点FFT，使用Altera平台

radix\_4\_fft的代码可以参考16点基4\_FFT芯片设计技术研.pdf，其中的verilog代码没有使用内核，没有使用状态机，并行数据，具体流程和下面的matlab代码。其中蝶形系数直接使用x^15-1的方法来进行计算。

## Matlab程序

具体理论解析看FFT理论解析.doc，代码为16个点，输入，进行FFT后与matlab的FFT函数进行比较.

在N=16个点的情况下，根据

可以得到

实行基-4FFT变换时，

X(k) =

把k的取值代入，得到：

K=0时,

X(0) = ( x(0)+x(4)+x(8)+x(12) ) + ( x(1)+x(5)+x(9)+x(13) ) +

( x(2)+x(6)+x(10)+x(14) ) + ( x(3)+x(7)+x(11)+x(15) );

K=1时,

X(1) = ( x(0) + x(4) \* + x(8) \* + x(12) \* )

+ ( x(1) +x(5) \* + x(9) \* + x(13) )

+ ( x(2) +x(6) \* + x(10) \* + x(14) )

+ ( x(3) +x(7) \* + x(11) \* + x(15) )

X(1) = ( x(0) + x(4) \* ( -j ) + x(8) \* (-1 ) + x(12) \* ( j ) )

+ (x(1) +x(5) \* ) 0 + …….

上面是DFT变换，非常繁琐。。。

但是如果把

X(k) =

令

A= , B=

C= , D=

令

则

把系数提出成矩阵形式，得到：

W=

### 进入第一个蝶形:

**1.**

由于这几个都是直接相加，所以可以在一个模块调用，设为ADD1

2.

这几个相加时候，注意i与虚部想乘到实部的切换

3.

4.

### 第二个蝶形：

x(1)= x(5)= x(9)=

**根据欧拉公式 算出各实部和虚部的值，其他参数**

x(2)= x(6)=

x(10)=

以上4个计算的蝶形参数一样

x(3)= x(7)=

x(11)= x(15)=

以上4个蝶形参数一样。

x(4)= x(8)=

x(12)=x(16)=  **计算完毕之后，就可得到FFT后的频域序列，计算蝶形分式的时候，先用matlab计算出实部与虚部值，然后直接使用参数做乘法，或者存储到RAM里面。**

**必须注意：虚部与i相乘后变实部！实部与i相乘后变虚部！ 可以使用Q15（x\*2^15）的方法减少小树计算。同时注意数据的溢出。**